

О.В. ГУСЕЛЬНИКОВ, аспірант НТУ “ХП”

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД

У статті наведені опис та принцип роботи, розробленого аналого-цифрового вимірювального приладу; досліджені метрологічні характеристики виконаного на його базі цифрового вимірювача напруги з електродинамічним механізмом.

В статье приведены описание и принцип работы, разработанного аналого-цифрового измерительного прибора; исследованы метрологические характеристики выполненного на его базе цифрового измерителя напряжения с электродинамическим механизмом.

The article describes the working principle and developed analog-digital measuring device; investigated metrological characteristics performed on the basis of its digital voltage meter electrodynamic mechanism.

В теперішній час в різноманітних областях науки, не дивлячись на бурхливий розвиток цифрової техніки [1], широке розповсюдження мають аналогові стрілочні прилади для вимірювання різноманітних фізичних величин [2]. Поряд з перевагами, основними з яких є: висока надійність, наочність значень вимірювальної інформації і відносно низька вартість, суттєвим недоліком аналогових приладів є те, що вони перетворюють вимірювальну величину тільки в переміщення стрілочного покажчика відносно відміток шкали, що обмежує їх використання в інформаційно – вимірювальних і керуючих системах, де необхідно представляти вимірювальну інформацію у вигляді електричного сигналу.

Розроблено аналого-цифровий вимірювальний прилад [3]. На рисунку 1 зображена структурна схема вимірювального приладу де: ЧЕ – чутливий елемент на який подається вимірювальна приладом величина X , СП – спіральна пружина для створення протидіючого моменту, що підключена до контура LC – автогенератора електричних коливаль (АГ), вихідний сигнал якого подається на кодуєчий перетворювач (КП), що складається з формувача прямокутних імпульсів (ФПІ) та мікроконтролера МК, де оброблюється сигнал автогенератора [4].

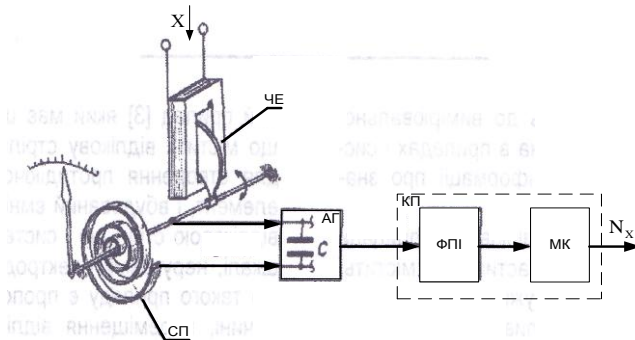


Рис. 1. Структурна схема вимірювального приладу

Для встановлення залежності індуктивності в діапазоні $(2,20 \div 2,34)$ мкГн пружини від її деформації в діапазоні $(0 \div 5)$ мм проведені експериментальні дослідження на установці, результати яких наведено на рисунку 2 та в таблиці.

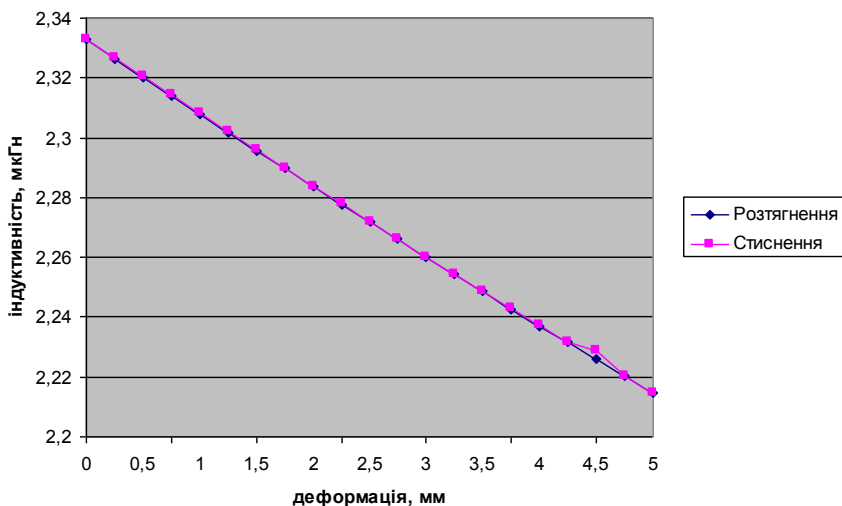


Рис. 2. Залежність індуктивності пружини від деформації

Таблиця. Результати дослідження залежності індуктивності котушки від деформації

№	Деформація, мм	Індуктивність, мкГн, при розтягненні	Індуктивність, мкГн, при стисненні
1	2	3	4
1	0,00	2,3328	2,3330
2	0,25	2,3265	2,3267
3	0,50	2,3203	2,3204
4	0,75	2,3141	2,3143
5	1,00	2,3079	2,3081
6	1,25	2,3018	2,3020
7	1,50	2,2957	2,2959
8	1,75	2,2897	2,2898
9	2,00	2,2837	2,2838
10	2,25	2,2778	2,2779
11	2,50	2,2719	2,2720
12	2,75	2,2660	2,2661
13	3,00	2,2601	2,2602

Кінець таблиці

1	2	3	4
14	3,25	2,2543	2,2544
15	3,50	2,2485	2,2486
16	3,75	2,2428	2,2429
17	4,00	2,2371	2,2372
18	4,25	2,2315	2,2315
19	4,50	2,2258	2,2289
20	4,75	2,2202	2,2203
21	5,00	2,2147	2,2147

Як видно з графіку і таблиці індуктивність пружини лінійно залежить від її деформації.

Вимірювальний прилад працює наступним чином. При відсутності (нульовому значенні) на вході чутливого елементу вимірюваної величини ($X=0$), встановлюються початкові значення: геометричні розміри, кількість витків і індуктивність L_0 спіральної пружини, яка крім створення протидіючого моменту використовується в якості котушки індуктивності, що підключена до контура LC – автогенератора електричних коливань, при цьому початкове значення частоти $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ автогенератора поступає на формуувач прямокутних імпульсів та далі на мікроконтроллер, де формуються часовий інтервал τ і число імпульсів $N_0 = \tau f_0^{0,5}$, яке зберігається в оперативній пам'яті МК.

Зміна (наприклад підвищення) значення вимірювальної величини призводить до деформації пружини-котушки 1 (наприклад до збільшення її діаметру і зменшення кількості витків), тобто до зміни її індуктивності L_0 і отже, частоти f_0 автогенератора і вихідний сигнал f_1 має вигляд:

$$f_1 = \frac{f_0}{\sqrt{1+K_\Sigma X}}, \quad (1)$$

де K_Σ – коефіцієнт перетворення ЧЕ і СП.

Вихідний сигнал через ФП надходить на вхід МК, де формуються інтервал часу τ і $N_1 = \tau f_1^2 = N_0 f_1^2 f_0^{-2}$ число імпульсів, яке теж зберігається в оперативній пам'яті МК. Далі в блоці обчислення МК виконується формування вихідного сигналу КП у вигляді числового коду $N_X \equiv \tilde{O}$ наступним чином:

$$N_X = N_1 - N_0 = N_0 f_1^2 f_0^{-2} - N_0 = N_0 \left(\frac{(f_0 (1+K_\Sigma \tilde{O})^{0,5})^2}{f_0^2} - 1 \right) = N_0 K_\Sigma X \quad (2)$$

Графічно процес формування вихідного сигналу наведено на рисунку 3.

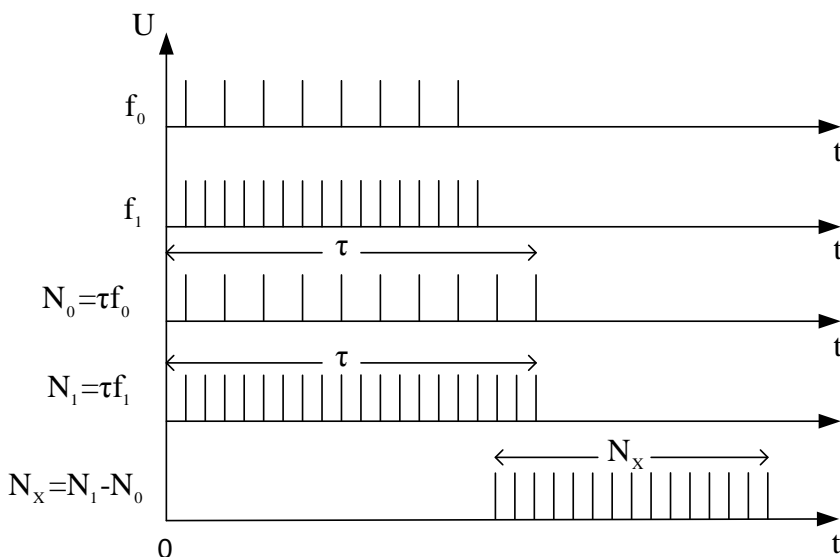


Рис. 3. Процес формування вихідного сигналу вимірювального приладу

Технічним результатом є те, що вимірювальний прилад має просту і надійну конструкцію, яка забезпечує можливість безпосереднього підключення спіральної пружини для створення протидіючого моменту в якості котушки індуктивності у контур автогенератора та отримати крім аналогового (відлік по шкалі), цифровий вихідний сигнал, що розширює область використання такого приладу в інформаційно-вимірювальних та контролюючих системах. Побудований, на основі такого приладу, вольтметр з електродинамічним вимірювальним механізмом та цифровим відліковим пристроєм, забезпечував у діапазоні 0-150 В похибку відліку $\pm 0,5\%$ по аналоговій і цифровій шкалам.

Список літератури: 1. Чинков В.М. Цифрові вимірювальні прилади. – Харків: НТУ «ХПІ», 2008. – 508 с. 2. Поліщук С.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка. – Львів: “Бескид Біт”, 2003. – 544 с. 3. Гусельніков В.К., Гусельніков О.В. Патент України 54165 «Вимірювальний прилад». Бюл. №20. 25.10.2010. 4. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров – К.: “МК-Пресс”, 2006. – 400 с.

Надійшла до редколегії 21.10.2011